



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 11 185 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 01 L 23/13
H 01 L 23/50

⑳ Aktenzeichen: 101 11 185.1
㉔ Anmeldetag: 8. 3. 2001
㉕ Offenlegungstag: 13. 6. 2002

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

㉑ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

㉒ Erfinder:
Steiner, Tobias, Dr., 91301 Forchheim, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 40 04 844 C1
DE 43 18 241 A1
FR 23 05 025 A1
EP 01 94 475 A2

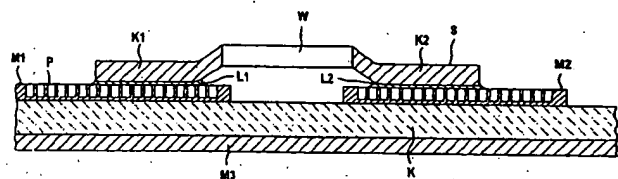
②

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Keramik-Metall-Substrat

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Keramik-Metall-Substrat mit einer Profilierung (P) in einer Metallschicht zur Reduzierung von thermomechanischen Spannungen. Mit Hilfe von Profilierungen (P) im Kontaktierungsbereich von elektrischen Bau- oder Kontaktelementen (S) wird eine erhöhte Temperaturwechselfestigkeit erreicht. Mit Hilfe einer Kaskadierung von Profilierungen (P) ist es möglich, einen erweiterten Ausdehnungsanpassungsbereich zu schaffen. Mit Hilfe einer Trägerplatte (T) auf mindestens einem freien Profil (M11) besteht die Möglichkeit, elektrische Bau- oder Kontaktelemente (S) zu befestigen, die eine ebene Fläche benötigen.



DE 101 11 185 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Keramik-Metall-Substrat mit einer Profilierung in einer Metallschicht zur Reduzierung von thermomechanischen Spannungen.

[0002] Aus der Firmenschrift "DCB-Substrate mit Dimple-Design" der Firma curamik electronics gmbh, ist bekannt, dass Keramik-Metall-Substrate der oben genannten Art selbst, nicht nur während des Herstellungsprozesses, sondern auch im Einsatz von Leistungsmodulen hohen Temperaturschwankungen unterliegen. Aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der durch den Hochtemperatur-Prozess des Keramik-Metall-Substrats fest miteinander verbundenen Materialien, kommt es bei Temperaturdifferenzen zu mechanischen Spannungen in der Grenzfläche zwischen der Metallisierung und der Keramik. Die thermomechanisch induzierten Spannungen können zur Zerstörung des Keramik-Metall-Substrats führen. Daher werden im Randbereich der Kupfermetallisierung der Keramik-Metall-Substrate definierte Löcher eingebracht, so dass die Metallisierung im Randbereich annähernd mit 45°-Neigung zur Keramik ausläuft, um einen annähernd kontinuierlichen mechanischen Spannungsabbau zu erzielen.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Reduzierung von thermomechanischen Spannungen zwischen den Kontaktierungsstellen von elektrischen Bau- oder Kontaktelementen und einem Keramik-Metall-Substrat zu erzielen.

[0004] Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe für ein Keramik-Metall-Substrat der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Profilierung im Kontaktierungsbereich von elektrischen Bau- oder Kontaktelementen vorgesehen ist. Insbesondere thermisch stark belastete Bauelemente, die mit einem Keramik-Metall-Substrat verbunden werden, unterliegen an der bzw. den Kontaktierungsstellen besonders hohen thermomechanischen Spannungen.

[0005] Werden elektrische Bau- oder Kontaktelemente an mindestens zwei Punkten mit einem Keramik-Metall-Substrat verbunden, wie dies beispielsweise bei Shunt-Widerständen der Fall ist, so rufen die umgesetzten elektrischen Verlustleistungen im Widerstandsmaterial Temperaturhub hervor, die wiederum zu einer Ausdehnung des Shunt-Widerstands und damit zu mechanischen Spannungen an den Kontaktierungsstellen führen. Dies kann zu einer Materialermüdung des Verbindungsmaterials, beispielsweise von Lotmaterial, aber auch zu einer Materialermüdung der Kontaktpartner führen.

[0006] Mit Hilfe der Erfindung wird gezielt eine Materialschwächung durch eine Profilierung im Kontaktierungsbereich von elektrischen Bau- oder Kontaktelementen vorgenommen. Die Profilierung kann dabei entweder im elektrischen Bau- oder Kontaktelement selber oder an der Kontaktierungsstelle des Kontaktpartners erfolgen. Somit werden beispielsweise rippen-, steg-, finger- oder kraterförmige Strukturen im Kontaktbereich hergestellt, um den elastischen mechanischen Ausdehnungsbereich der Kontaktpartner zu erweitern.

[0007] Durch die Profilierung im Kontaktierungsbereich wird für die elektrischen Bau- oder Kontaktelemente ein weiterer reversibler elastischer mechanischer Ausdehnungsbereich geschaffen, der in vorteilhafter Weise zu einer erhöhten Temperaturwechselfestigkeit führt. Als Temperaturwechselfestigkeit wird hier die Fähigkeit eines Materialverbundes verstanden, eine Anzahl von zyklischen Temperaturhuben gegebenenfalls mit einer festgelegten Frequenz ohne merkliche Eigenschaftsänderungen oder Zerstörung des Materialverbundes zu überstehen.

[0008] Die Profilierung grenzt einen Ausdehnungsanpassungsbereich ab, in dem ausgehend von einer Verbindungs-

temperatur der Verbundpartner erhöhte elastische Druck-, Zug- oder Scherspannungen im Vergleich zu einem nicht profilierten Bereich aufgenommen werden können. Die Profilierung kann beispielsweise auch unter Halbleiterbauelementen und elektrischen Anschlussfahnen vorgenommen werden.

[0009] Eine erste vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass in Form einer Kaskadierung mindestens ein weiteres metallisches Profil auf einer Metallschicht des Keramik-Metall-Substrats aufgebracht ist. Mit Hilfe der Kaskadierung, also einer "Reihenschaltung" gleichartiger Teile, kann bei Bedarf der Ausdehnungsanpassungsbereich zwischen einem elektrischen Bau- oder Kontaktelement und der Keramik beliebig erweitert werden. Die Art der Profilierung der Metallisierungen kann dabei unterschiedlich sein.

[0010] Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass auf mindestens ein freies Profil eine Trägerplatte aufgebracht ist. Da die Profilierung im Kontaktbereich von elektrischen Bau- oder Kontaktelementen stattfindet, kann es sinnvoll sein, auch einer besseren Kühlungsmöglichkeit der kontaktierten Elemente Rechnung zu tragen. Insbesondere wenn Halbleiterbauelemente auf der Profilierung befestigt werden, ist es vorteilhaft, wenn diese flächig aufgelötet werden können. Eine Trägerplatte auf dem freien Profil schafft eine ebene Kontaktierungsfläche, die neben einer flächigen Kontaktierung auch eine verbesserte Wärmeabfuhr gewährleistet. Die Stärke der Trägerplatte ist so zu wählen, dass ihre thermische Längenausdehnung maßgeblich von den elektrischen Bau- oder Kontaktelementen bestimmt wird.

[0011] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:

[0012] Fig. 1 den Aufbau eines Keramik-Metall-Substrats mit einer Profilierung im Kontaktbereich eines elektrischen Bauelementes,

[0013] Fig. 2 beispielhafte Profilierungsflächen eines Shunt-Widerstandes,

[0014] Fig. 3 beispielhafte Profilierungsfläche eines Halbleiterchips,

[0015] Fig. 4 eine Kaskadierung von Profilierungen und

[0016] Fig. 5 der Abschluss einer Profilierung mit einer Trägerplatte.

[0017] In der Darstellung gemäß Fig. 1 ist in Form einer Schnittzeichnung der Aufbau eines Keramik-Metall-Substrats mit einer Profilierung P im Kontaktbereich eines elektrischen Bauelementes gezeigt. Dabei ist das Keramik-Metall-Substrat zu erkennen, das aus der Keramik K und den Metallisierungen M1 bis M3 besteht. Die unterschiedlichen Materialien des Keramik-Metall-Substrats sind durch unterschiedliche Strichelungen in Fig. 1 gekennzeichnet. In die Metallisierung M1 und M2 ist eine Profilierung P eingebracht, die durch stehende, nicht gestrichelte Rechtecke in Fig. 1 symbolisiert ist. Von der Profilierung P ist nur ein stehendes Rechteck der Übersichtlichkeit halber gekennzeichnet. Die Profilierung P kann beispielsweise rotationssymmetrisch zur vertikalen Achse der Rechtecke ausgeführt sein und gleichmäßig oder zufällig unter den Kontaktierungsflächen eines Shunt-Widerstands S verlaufen. Der Shunt-Widerstand S sei beispielhaft für ein Kontakt- oder Bauelement herangezogen.

[0018] Auf der Metallisierung M1 im Bereich der Profilierung P ist mit Hilfe von Lotschichten L1 und L2 ein Shunt-Widerstand S aufgelötet. Dieser besitzt lötfähige Kontaktmaterialien K1 und K2, die beispielsweise aus Kupfer bestehen können. Zwischen den Kontaktmaterialien K1 und K2 ist ein Widerstandsmaterial W eingefügt, das beispielsweise

aus Manganin oder Alu-Chrom bestehen kann. Im Bereich des Widerstandsmaterials W wird üblicherweise die größte elektrische Verlustleistung im Shunt-Widerstand S umgesetzt. Die damit verbundene Temperaturänderung des Widerstandsmaterials W führt zu einer Längenausdehnung des Shunt-Widerstands S, der über die Löt-schichten L1 und L2 mit dem Keramik-Metall-Substrat verbunden ist. Aufgrund der Profilierung P ist die mechanische elastische Kraftaufnahme-fähigkeit der Metallisierungen M1 und M2 erweitert. [0019] In der Darstellung gemäß Fig. 2 ist eine Profilierungsfläche eines Shunt-Widerstands S dargestellt. Zu erkennen sind die Metallisierungen M4 und M5, die üblicherweise auf einer Keramik K aufgebracht sind und der Stromzuführung zum Shuntwiderstand S dienen. Die Keramik K ist der Übersichtlichkeit halber in Fig. 2 nicht dargestellt. In den Metallisierungen M4 und M5 sind die Kontaktflächen KF1 bzw. KF2 eingerichtet, in deren Bereichen Profilierungen P eingebracht sind.

[0020] In der Darstellung gemäß Fig. 3 ist eine Profilierungsfläche eines Halbleiterchips dargestellt. Der Halbleiterchip wird beispielsweise auf ein Keramik-Metall-Substrat im Bereich der Kontaktfläche KF3 auf die Metallisierung M6 aufgelötet. Des Weiteren sind Metallisierungen M7 und M8 zu erkennen, die zur elektrischen Kontaktierung der Halbleiteroberfläche mit Hilfe von Bonddrähten dienen. Die Metallisierungen M6 bis M8 und die Keramik K sind integraler Bestandteil eines Keramik-Metall-Substrats.

[0021] In der Darstellung gemäß Fig. 4 ist eine Kaskadierung von Profilierungen P gezeigt. Ein Keramik-Metall-Substrat besteht dabei aus der Keramik K, der Metallisierung M9 und der Metallisierung M10. Dabei ist die Metallisierung M9 aus den Teilmetallisierungen TM1 und TM2 aufgebaut. In die Teilmetallisierungen TM1 und TM2 sind die Teilprofilierungen TP1 bzw. TP2 eingebracht. Dieser Aufbau stellt eine Kaskadierung von Profilierungen P dar und entkoppelt damit beliebig einstellbar Ausdehnungen oder Stauchungen, die aufgrund von festen Kontaktierungen elektrischer Bau- oder Kontaktelemente an der Teilmetallisierung TM1 begründet sind. Ein elektrisches Bau- oder Kontaktelement auf der Teilmetallisierung TM1 ist der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt.

[0022] In der Darstellung gemäß Fig. 5 ist ein Abschluss einer Profilierung P mit einer Trägerplatte T dargestellt. Ein Keramik-Metall-Substrat bestehend aus einer Keramik K und den Metallisierungen M11 und M12 besitzt eine Profilierung P in der Metallisierung M11. Die Profilierung P ist dabei durch ein offenes stehendes Rechteck gekennzeichnet, von dem der Übersichtlichkeit halber nur eines bezeichnet ist. Auf der Metallisierung M11 befindet sich als Abschluss der Profilierung P eine Trägerplatte T. Die Trägerplatte T besitzt im Vergleich zur Metallisierung M11 nur eine geringe Stärke. Dadurch soll gewährleistet sein, dass die thermischen Ausdehnungskräfte der Trägerplatte T eine untergeordnete Rolle im Vergleich zu den thermischen Ausdehnungskräften der Metallisierung M11, als auch zu den thermischen Ausdehnungskräften des gesamten Keramik-Metall-Substrats spielen.

[0023] Auf der ebenen Trägerplatte T kann ein flächiges Bauelement aufgebracht werden, beispielsweise ein Halbleiterbauelement, so dass die Trägerplatte T zu einer verbesserten Wärmespreizung beiträgt, soweit eine Verlustleistung im elektrischen Bauelement anfällt.

[0024] Zusammenfassend ist zu bemerken, dass die Profilierung P in unterschiedlichster Weise erfolgen kann, jedoch letztendlich zu einer Materialschwächung führt. Die Materialschwächung dient dazu, unterschiedliche Kontaktpartner mit unterschiedlichen Ausdehnungen in vorteilhafter Weise zu verbinden, so dass eine erweiterte Temperaturwechsel-

stigkeit des Materialverbunds erreicht wird.

Patentansprüche

1. Keramik-Metall-Substrat mit einer Profilierung in einer Metallschicht zur Reduzierung von thermomechanischen Spannungen, dadurch gekennzeichnet, dass die Profilierung (P) im Kontaktierungsbereich von elektrischen Bau- oder Kontaktelementen (S) vorgesehen ist.
2. Keramik-Metall-Substrat nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Form einer Kaskadierung mindestens ein weiteres metallisches Profil (TM1) auf einer Metallschicht (TM2) des Keramik-Metall-Substrats aufgebracht ist.
3. Keramik-Metall-Substrat nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf mindestens ein freies Profil (M11) eine Trägerplatte (T) aufgebracht ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

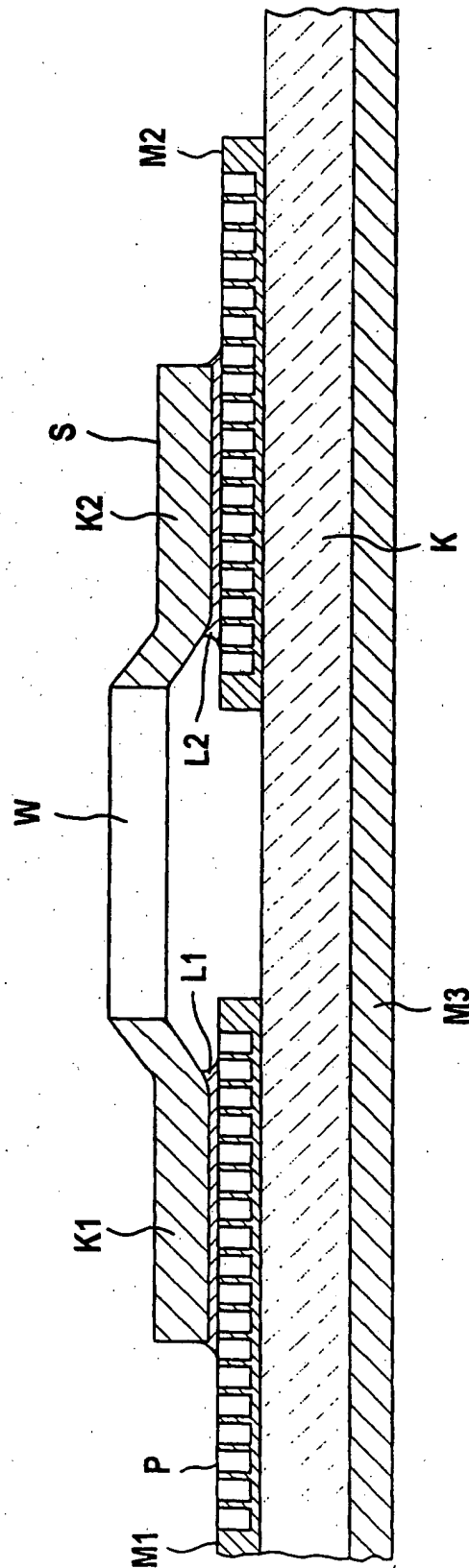
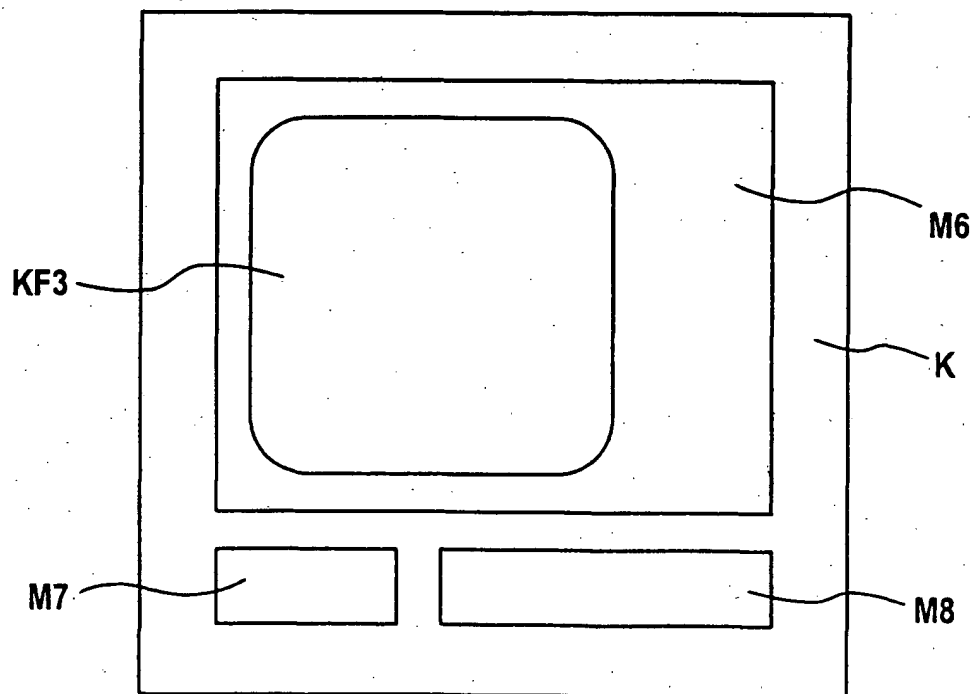
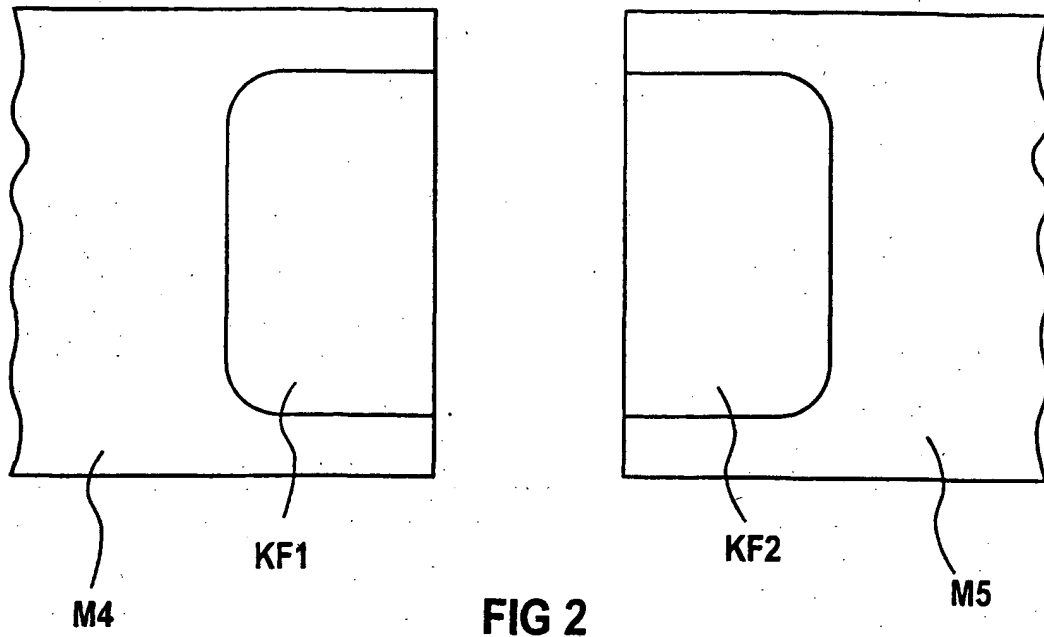


FIG 1



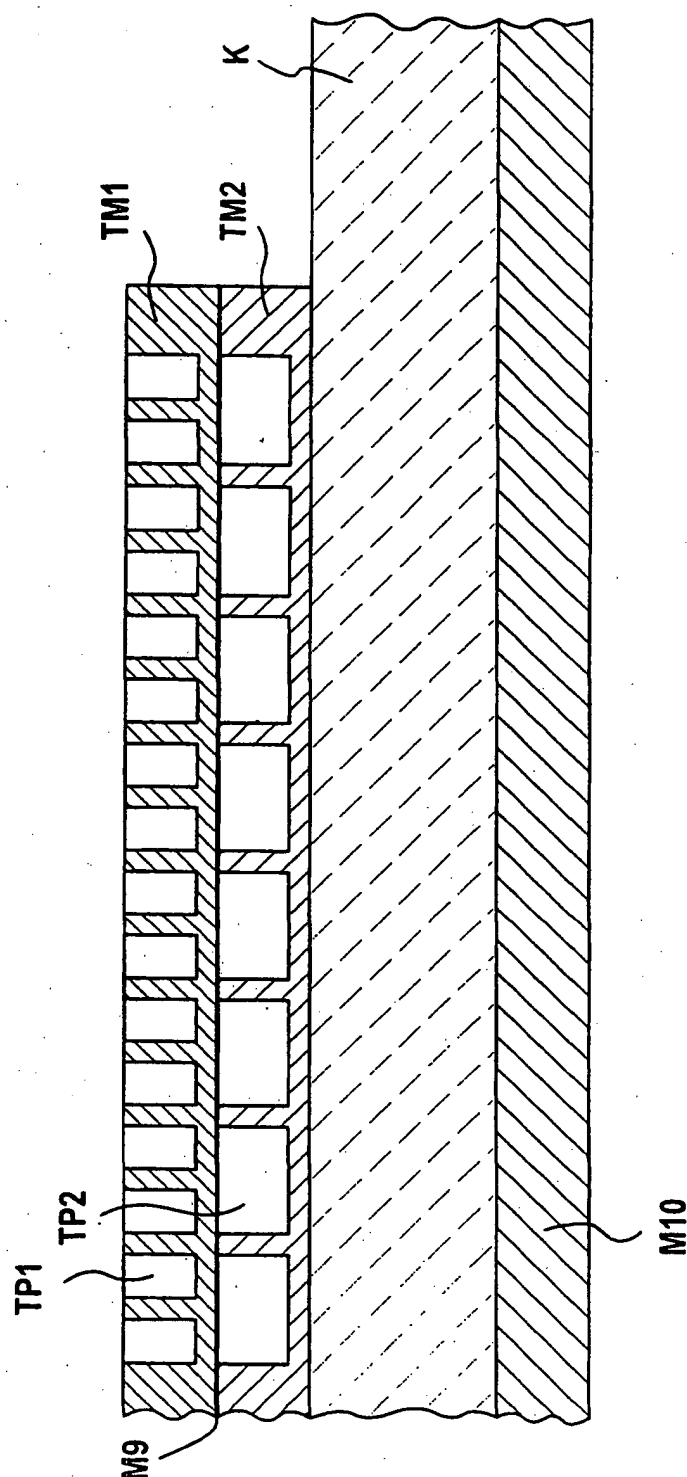


FIG 4

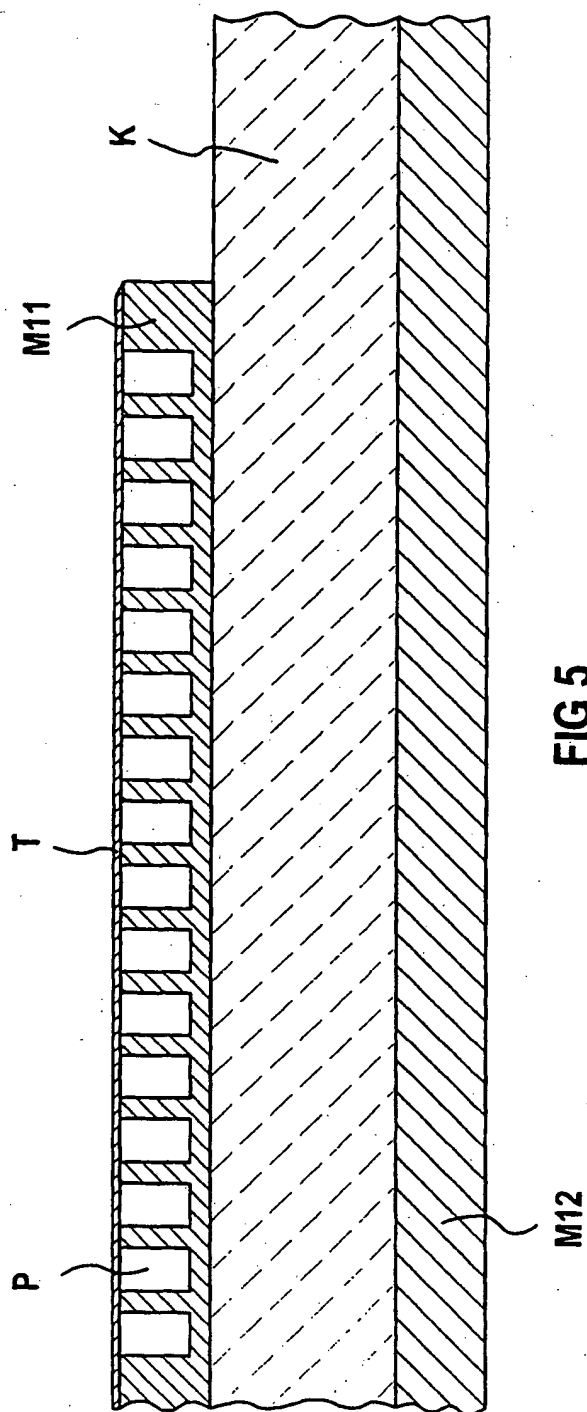


FIG 5